

SILIRANJE KRME U VALJKASTE BALE OVIJENE PLASTIČNOM FOLIJOM

FORAGE ENSILING INTO BALES WRAPPED WITH
PLASTIC FILM

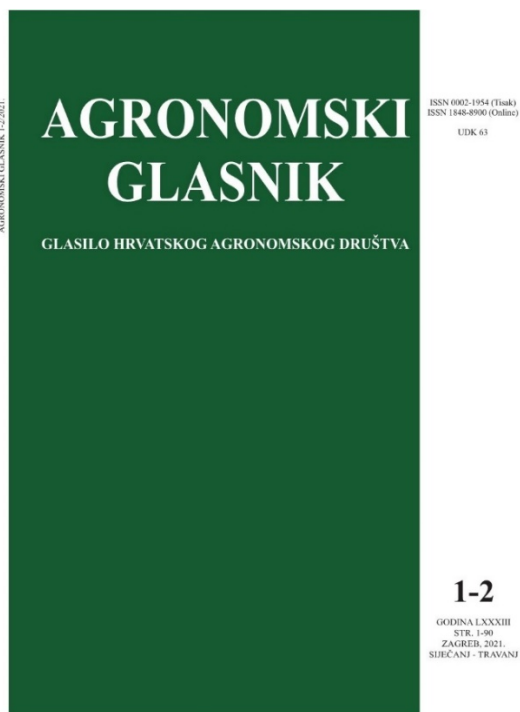
Marina Vranić, K. Bošnjak, H. Kezele, M. Tadić, Paula Jurčić

Agronomski glasnik

ISSN 0002-1954 (Tisak)

ISSN 1848-8900 (Online)

<https://doi.org/10.33128/ag.83.1-2.6>



SILIRANJE KRME U VALJKASTE BALE OVIJENE PLASTIČNOM FOLIJOM

FORAGE ENSILING INTO BALES WRAPPED WITH PLASTIC FILM

**Marina Vranić, K. Bošnjak, H. Kezele, M. Tadić,
Paula Jurčić**

SAŽETAK

Tehnologija siliranja krme u valjkaste bale ovijene plastičnom folijom je stara 50-ak godina. U Hrvatskoj se počela intenzivnije primjenjivati 90-ih godina prošlog stoljeća. Razvijena je mehanizacija koja ovu tehnologiju čini prihvatljivom, posebno za male i srednje proizvođače mlijeka i mesa.

Cilj ovog stručnog rada je prikazati dosadašnje spoznaje u primjeni tehnologije siliranja krme u bale ovijene plastičnom folijom od košnje usjeva za siliranje do korištenja fermentirane krme u hranidbi. Ova tehnologija siliranja nadopunjuje ranije razvijene tehnologije siliranja jer je moguće silirati manje količine krme bez izgradnje silosa koje se mogu, u slučaju viška, ponuditi na tržištu.

Brzo postizanje i održavanje anaerobnih uvjeta u silosu, kao osnovni preduvjet siliranja, je kritičan čimbenik i kod siliranja krme u valjkaste bale ovijene plastičnom folijom. Krma se prije baliranja mora provenuti na veći sadržaj ST (više od 40 %) i sjeckati na veću duljinu, pa je, radi veće količine kisika, u balama teže stvoriti anaerobne uvjete. Samo bale visokog sadržaja ST mogu zadržati svoj oblik, skladištiti se jedna na drugu bez oštećenja plastične folije. Kao rezultat, manje kiseline nastaje fermentacijom i viša je završna pH vrijednost sjenaže, moguća su izražajnija kvarenja krme tijekom skladištenja (veća opasnost od rasta i razvoja klostridija), a sjenaža je aerobno nestabilna.

S tim u vezi, na kvalitetu fermentacije u bali i kvalitetu sjenaže se može utjecati čvrstim sabijanjem biljne mase u bubnju preše, ovijanjem balirane biljne mase kvalitetnijim polietilenskim folijama, većim brojem slojeva plastične folije (6-8 umjesto uobičajena 4-6) te zaštititi bala od oštećenja plastične folije tijekom skladištenja na prikladnim mjestima.

Ključne riječi: siliranje, bale ovijene folijom, fermentacija

ABSTRACT

The technology of forage ensiling into bales wrapped in plastic film is about 50 years old. It began to be applied more intensively in Croatia in the 1990s. Mechanization has been developed that makes this technology acceptable, especially for small and medium-sized dairy and meat producers.

The aim of this paper is to present the current knowledge in the application of feed ensiling technology in bales wrapped in plastic film from mowing crops for ensiling to the use of fermented feed in feeding. This ensiling technology complements previously developed ensiling technologies because it is possible to ensile smaller amounts of forage without building silos that can, in case of surplus, be offered on the market.

Rapid achievement and maintenance of anaerobic conditions in the silo, as a basic prerequisite for ensiling, is a critical factor in ensiling forage into bales wrapped in plastic as well. Before baling, the forage is to be wilted to a higher dry matter (DM) content (more than 40%) and chopped to a greater length, so, due to the higher amount of oxygen, it is more difficult to create anaerobic conditions in the bales. Only bales of high DM content can keep their shape, stored on top of each other without damaging the plastic foil. As a result, less acid is formed by fermentation and the final pH of the haylage is higher, more pronounced spoilage of feed during storage is possible (higher risk of growth and development of clostridia), and haylage is aerobically unstable.

In this regard, the quality of forage fermentation in the bale thus the quality of haylage can be affected by firm bale compaction, wrapping the bales with higher quality polyethylene films, more layers of plastic foil (6-8 instead of the usual 4-6) and bale protection from damage to the plastic film during storage in suitable places.

Key words: ensiling, wrapped bales, plastic film, fermentation

UVOD

Siliranje voluminozne krme u bale ovijene plastičnom folijom uvedeno je u poljoprivrednu praksu kasnih 70-ih godina prošlog stoljeća (Shinners, 2003.) od kada se neprekidno razvijaju novi strojevi i oprema za primjenu ove tehnologije siliranja.

Dva osnovna načina ovijanja bala, nakon formiranja u bubnju preše, obuhvaćaju pojedinačno ovijanje bala, u kojem je svaka bala ovijena za sebe samostalni silos ili siliranje više formiranih bala u linije u kojima se bale dodiruju ravnim krajevima (Garthe i sur., 1992.).

Prednost pojedinačnog ovijanja bala u odnosu na siliranje više formiranih bala u linije je fleksibilnost i mogućnost potencijalne prodaje sjenaže te veća kvaliteta silirane krme, a nedostatak je veći utrošak plastične folije koju nakon korištenja treba ekološki prihvatljivo zbrinuti (Garthe i sur., 1992.).

Tehnologija siliranja krme u bale ovijene plastičnom folijom je uvedena u poljoprivrednu praksu kao potreba konzerviranja krme koja nije potpuno suha (sijeno) da bi se očuvala što veća hranidbena vrijednost za hranidbu životinja (Muck i sur., 2003.) te kao nadopuna ranije razvijenih tehnologija siliranja krme u silose jer je moguće silirati manje količine krme (višak krme s pojedinih pregona u proljeće) bez izgradnje silosa koje se mogu, u slučaju viška, ponuditi na tržištu.

Cilj ovog stručnog rada je prikazati dosadašnje spoznaje u primjeni tehnologije siliranja krme u bale ovijene plastičnom folijom od košnje usjeva za siliranje do skladištenja fermentirane krme.

Prednosti i nedostaci siliranja krme u bale ovijene plastičnom folijom u usporedbi s proizvodnjom sijena

Prednosti siliranja krme u bale ovijene plastičnom folijom u usporedbi s proizvodnjom sijena su: (i) manja ovisnost o vremenskim prilikama jer je biljnu masu prije siliranja dosta provenuti (Hersom i sur., 2014.), (ii) veća fleksibilnost gospodarenja jer se ista parcela može konzervirati siliranjem ili se krma može osušiti i konzervirati u obliku sijena (Vough i sur., 1993.); (iii) niži fiksni i operativni troškovi jer oprema nije visoko specijalizirana, a za skladištenje ovijenih bala ne treba izgraditi skladišni prostor; (iv) niži gubitci hranjivih tvari, osobito gubitci lisne mase kod siliranja mahunarki (Vough i sur., 1993.); (v) teoretski neograničeni kapacitet skladištenja bez dodatnih ulaganja, ali uz uvjet da ne dođe do oštećenja plastične folije (Hersom i sur., 2014.); (vi) mala vjerojatnost ocjeđivanja silažnog soka, a time i hranjivih tvari iz bala te potencijalnog zagađenja okoliša jer se krma prije siliranja provene na viši sadržaj ST (Coblentz i Hoffman, 2009.).

Nedostaci siliranja krme u bale ovijene plastičnom folijom u odnosu na proizvodnju sijena su: (i) skuplji trošak prijevoza jer se prevozi i velika količina vode; (ii) ograničena fermentacija (Hersom i sur., 2014.) koje je rezultat

aerobno nestabilna fermentirana krma koja često sadrži veće koncentracije nefermentiranih šećera (Vough i Glick, 1993.; Coblenz i Hoffman, 2009.); (iii) plastične folije za ovijanje bala predstavljaju dodatni trošak, a nakon korištenja ih treba ekološki prihvatljivo zbrinuti (Muck i sur., 2003.).

Košnja usjeva

Biljnu masu se preporuča kositi na 6-8 cm visine od razine tla. Energiju za ponovni porast biljci osiguravaju ugljikohidrati koji nastaju u ostacima fotosintetskih tkiva nakon defolijacije i nestrukturani ugljikohidrati (NSC) uskladišteni u donjim dijelovima busa ili stabljika (Nakano i sur., 2009.; Jones i sur., 2017.). U ostacima biljne mase nakon defolijacije prenisko pokošene tratine, nema dovoljno mineralnih hranjivih tvari i energije za intenzivnu regeneraciju tratine (Elizondo-Salazar, 2017.).

Višom košnjom tratine osigurava se veća hranidbena vrijednost proizvedene krme radi većeg broja otkosa krme tijekom vegetacijske sezone, bolje perzistentnosti biljnih vrsta u tratini, bržeg provenjavanja ili sušenja krme u polju (zrak cirkulira i kroz donje slojeve otkosa koji leže na strni i nisu priljubljeni uz tlo), manje kontaminacije krme česticama tla te ranijeg odvoza krme s polja i skladištenja (Nakano i sur., 2009.; Rade i sur., 2019.). Niži dijelovi biljaka sadrže više vlakana zbog manjeg udjela lisne mase u odnosu na cijelu biljku, pa viša defolijacija rezultira većom hranidbenom vrijednošću krme (Wiersma i sur., 2007.).

Provenjavanje krme u polju

Provenjavanje je nezaobilazna faza siliranja biljne mase u bale ovijene plastičnom folijom jer osim što osigurava proizvodnju dobrih, čvrstih bala iz kojih se ne ocjeđuje silažni sok, povećava kvalitetu silaže smanjenjem koncentracije amonijskog dušika, maslačne kiseline i spora iz roda *Clostridia* (Coblenz i Hoffman, 2009.). Općenito, sadržaj ST prije baliranja uobičajeno varira od 300-500 g kg⁻¹ zelene biljne mase. Dulje provenjavanje snižava troškove proizvodnje jer veća količina ST krme ulazi u jednu balu i veća je konzumacija ST silaže, ali je zbog otežanog sabijanja (veći broj šupljina), teže postići anaerobne uvjete (Garthe i Hall, 1992.). Provenjavanje na 350-400 g ST kg⁻¹ svježe biljne mase je bolje od 450-500 g ST kg⁻¹ svježe biljne mase prije siliranja u bale radi bolje fermentacije (Coblenz i Hoffman, 2009.). U slučaju povoljnih vremenskih uvjeta, provenjavanje krme u polju prije baliranja obično traje 36-48 sati (Borreani i Tabacco, 2006.).

Baliranje

Nakon provenjavanja u polju, biljna masa se balira. Krma se obično balira u poslijepodnevnim satima kada ima najvišu razinu ST. Strojevi za baliranje mogu imati fiksnu ili podesivu veličinu bubnja za formiranje valjkastih bala (Shinners, 2003.). Masa valjkaste bale može varirati od 300-800 kg, ovisno o brzini baliranja, vrsti stroja za baliranje, sadržaju ST krme i duljini sjeckanja krme (Garthe i Hall, 1992.; Shinners, 2003.). Cilj je proizvesti balu zbijenosti 180-200 kg ST po m³ fermentirane krme (Han i sur., 2004.). Lakše je bale neekonomično proizvoditi, deformiraju se prilikom skladištenja kada dolazi do oštećenja plastične folije i prodora zraka u fermentiranu krmu, pa su niže kvalitete, a s težima je teško manipulirati (Han i sur., 2004.).

Sjeckanje biljne mase

Neke vrste strojeva za baliranje krme su opremljene sjekačem koji sjecka biljnu masu prilikom baliranja. Sjeckanjem se povećava zbijenost biljne mase u bali, a time se smanjuje i ukupan broj proizvedenih bala (Borreani i sur., 2006.). Kvaliteta fermentacije se poboljšava sjeckanjem jer u bali zaostaje manje zraka (Muck i sur., 2003.). Biljna masa silirana u bale ovijene plastičnom folijom se sjecka na veću duljinu nego prilikom siliranja u trench silose, a u bali često zaostaju čitave vlati trave (Borreani i T 2006.; Han i sur., 2006.). Naime, dulje sjeckana biljna masa doprinosi formiranju čvršće bale koja teže gubi svoj oblik, pa je manja vjerojatnost oštećenja plastične folije i kvarenja fermentirane krme (Han i sur., 2006.).

Rastezljiva plastična folija za ovijanje bala

Folija za ovijanje bala se izrađuje od polietilena, širine je 550 do 750 mm, a debljine od 20 µm do 30 µm (Borreani i Tabacco, 2008., 2010.). Folija mora zadovoljiti brojnim uvjetima, kao što je minimalna propusnost kisika, jednakomjerna debljina, rastezljivost i dobro prianjanje jednog sloja na drugi. Optimalna rastezljivost folije je 70 %. Takva folija minimalno propušta kisik, slojevi vrlo dobro prianjaju jedan na drugi, prilikom ovijanja duljina joj se povećava za 1,7 puta, a širina oko 20 % (Borreani i Tabacco, 2008., 2010.). Među rastezljivim folijama, bijele folije bolje reflektiraju toplinu od crnih, pa bale ovijene crnom plastičnom folijom mogu imati u površinskom sloju višu temperaturu i za 20 °C koja povećava propusnost kisika do čak 300 %, što smanjuje kvalitetu fermentirane krme (Coblentz i sur., 2016.).

Ovijanje bala plastičnom folijom

Preporučljivo je ovijati bale plastičnom folijom na mjestu skladištenja kako bi se izbjegla oštećenja plastične folije prilikom utovara, transporta i istovara bala na mjestu skladištenja (Garces-Yépez i sur., 2001.). U počecima razvijanja ove tehnologije siliranja, valjkaste bale su skladištene u plastične vreće koje su zatvarane na ravnom kraju bale. Četvrtaste bale su obično slagane u skupine od 10-20 bala i pokrivane s jednim ili više slojeva plastičnih pokrova za zatvaranje horizontalnih silosa (Keller i sur., 1998.; Vranić i sur., 2018.).

Sredinom 80-ih godina prošlog stoljeća, za ovijanje bala je uvedena djelomično rastezljiva plastična folija (Borreani i Tabacco, 2008., 2010.). Ovijanje plastičnom folijom je smanjilo potrebu za ljudskim radom i gubitke hranjivih tvari u usporedbi sa skladištenjem bala u vreće ili prekrivanjem folijama (Keller i sur., 1998.). U početku su korišteni strojevi za ovijanje samo valjkastih bala plastičnom folijom, a kasnije su razvijeni i strojevi za ovijanje četvrtastih bala.

Preporučljivo je da se slojevi plastične folije preklapaju 50-55 % (Coblentz i sur., 2016.). Balu treba oviti s minimalno 4 sloja plastične folije, a iskustva pokazuju da je bolje koristiti 6 slojeva plastične folije u cilju proizvodnje fermentirane krme visoke kvalitete s niskim gubitcima ST (Borreani i Tabacco, 2008., 2010.).

Kvaliteta krme silirane u bale ovijene plastičnom folijom

U osnovi, minimalni zahtjevi za kvalitetom biljne mase silirane u bale ovijene plastičnom folijom su isti kao i kod drugih tehnologija siliranja (Muck i sur., 2003.). U praksi međutim, balirana biljna masa ovijena plastičnom folijom se sjecka na veću duljinu i porvene na veći sadržaj ST (Borreani i Tabacco, 2006.). Radi navedenog, travna masa može biti manje zbijena, imati odgođenu fermentaciju, manju koncentraciju kiselina nastalih fermentacijom i veći rizik od rasta aerobnih mikroorganizama (gljivice i plijesni) u fermentiranoj krmi (Garces-Yépez i sur., 2001.).

Fermentacija biljne mase silirane u bale ovijene plastičnom folijom

Balirana biljna masa se ne sjecka kratko i uniformno, pa je njena fermentacija sporija u usporedbi s kratko sjeckanom provenutom ili neprovenutom biljnom masom siliranom u silose (Rhein i sur., 2005.). Prema tome, kod istog sadržaja ST, pH balirane silaže je viši (kreće se

između 4.5-5.5) nego silaže uskladištene u silose (pH uobičajeno iznosi 3.8-4.5) (Garthe i sur., 2001.). Vanjski sloj bale na koji otpada oko 30 % volumena bale lako dolazi u doticaj sa zrakom ako dođe do oštećenja plastične folije. Taj sloj je i najvlažniji radi kondenzacije vlage nakon ovijanja bala folijom. Kao rezultat, fermentacija u vanjskom sloju je različita od one u unutarnjim dijelovima bale (Rhein i sur., 2005.). Povećani je rizik od razvoja listerija i klostridija u vanjskom sloju bale, a u slučaju duljeg prozračivanja tog sloja, postaju vidljive plijesni (Garthe i sur., 2001.). Ako proces kvarenja vanjskog sloja bale sjenaže uznapreduje, ne treba ga koristiti za hranidbu životinja (Rhein i sur., 2005.).

Higijena travne mase silirane u balama

Travna masa silirana u bale ovijene plastičnom folijom je podložna kvarenju djelovanjem plijesni, gljivica i klostridija. Podložnost kvarenju u usporedbi s biljnom masom siliranom drugim tehnologijama je povezana s većim sadržajem ST, većom duljinom sjeckanja, velikom vanjskom površinom (oko 30 %) u odnosu na količinu fermentirane krme, te s fizikalnim osobinama plastične folije korištene za ovijanje bala (Keller i sur., 1998.).

Opasni mikroorganizmi za ljude i životinje, poput listerie (*Listeria monocytogenes*) i *Clostridium botulinum* (Lundén i sur., 2004.), su pronađeni u travnoj silaži bez obzira na primijenjenu tehnologiju siliranja (siliranje u valjkaste bale ili siliranje u silose) (Leibensperger i Pitt, 1987.). Ovi opasni mikroorganizmi se rijetko mogu naći u dobro fermentiranoj travnoj silaži (Leibensperger i Pitt, 1987.).

Prisutnost i opstanak listerie u fermentiranoj krmi ovisi o kvaliteti silaže. Rast listerie je intenzivniji u sezoni s više padalina kod niske koncentracije ugljikohidrata topivih u vodi i siliranja krme niskog sadržaja ST. U travnoj silaži loše kvalitete, listeria može preživjeti i u potpuno anaerobnim uvjetima. Prisutnost *Clostridium botulinum* se također povezuje s travnom silažom loše kvalitete (Leibensperger i Pitt, 1987.; Keller i sur., 1998.).

Kontaminacija zemljom, stajskim gnojem ili razgrađenom organskom tvari povećava rizik od proizvodnje fermentirane krme loše kvalitete (Lundén i sur., 2004.). Veća visina košnje može umanjiti ovaj problem jer su anaerobne bakterije koje formiraju spore brojnije pri tlu.

Manipulacija s balama

Za manipulaciju s balama koriste se prednji ili stražnji utovarivači. Brzina transporta je važna ako se bale transportiraju neovijene, jer ih se preporuča oviti u vremenskom razmaku od 2 do najkasnije 6 sati od baliranja (Muck i sur., 2003.). Dulje razdoblje između baliranja i ovijanja bala povećava rizik od pregrijavanja krme. Odgađanjem ovijanja temperatura u bali može narasti i do 55 °C radi respiracije biljnog materijala, metabolizma mikroorganizama i kemijskih reakcija (Muck i sur., 2003.).

Obzirom da debljina plastične folije ne prelazi 0.1 mm, manipulaciju s balama nakon ovijanja treba svesti na minimum. Međutim, bolje je manipulirati s balama neposredno nakon ovijanja, odnosno prije povećanja tlaka u bali radi oslobađanja plinova tijekom fermentacije.

Valjkaste bale je najbolje skladištiti uspravno jer tako teže gube svoj oblik, a radi većeg broja slojeva plastične folije na ravnim krajevima bale, teže je oštetiti foliju na podlozi. Bale se mogu uskladištiti u jednom ili nekoliko redova što ovisi o sadržaju ST biljne mase prilikom siliranja. Bale nižeg sadržaja ST treba uskladištiti u jednom redu da se izbjegne pritisak i smanje gubitci hranjivih tvari otpuštanjem silaznog soka i oštećenjem plastične folije. Bale višeg sadržaja ST mogu se uskladištiti u nekoliko redova. Skladištenjem bala u nekoliko redova, štedi se skladišni prostor, ali uvijek postoji opasnost od oštećenja bala u donjim redovima. Osim toga, za manipulaciju s balama uskladištenim u nekoliko redova je neophodna odgovarajuća mehanizacija.

Skladištenje bala ovijenih plastičnom folijom

Poželjno je odabrati prostor za dulje skladištenje bala sjenaže, što bliže mjestu hranidbe, lako pristupačan za strojeve, dreniran s blagim nagibom (Shinners i sur., 2009.). Najbolja je betonska podloga od pijeska, jer se na takvoj podlozi folija najmanje oštećuje (Shinners i sur., 2009.). Nije nužno da skladišni prostor bude natkriven, iako je poželjno, kako bi se izbjeglo zagrijavanje bala na suncu.

Treba izbjegavati skladištenje u blizini stabala da ptice ne oštete foliju. Kao dodatna zaštita od ptica, oko 50 cm iznad bala se mogu postaviti mreže (Collins i sur., 1995.). Ako se životinje s farme mogu kretati u blizini bala, bale bi trebalo zaštititi postavljanjem ograde (Shinners i sur., 2009.).

Zaštita i kontrola bala tijekom skladištenja

Čak i mala oštećenja plastične folije mogu dovesti do značajnih gubitaka hranjivih tvari i opadanja kvalitete silaže. Lakše je kontrolirati bale ako su uskladištene na gospodarstvu nego u polju. Za zatvaranje eventualnih oštećenja folije, koristi se posebna samoljepiva traka.

Duljina skladištenja i gubitci

Preporuča se skladištiti travnu silažu ne dulje od 3-4 mjeseca radi opadanja njene kvalitete kod duljeg skladištenja (Collins i sur., 1995.). Međutim, tehnologija ovijanja bala većim brojem slojeva plastične folije i veća kvaliteta folije omogućuju dulje skladištenje uz niske gubitke hranjivih tvari. Kod proizvodnje bala za duže skladištenje, preporuča se povećati debljinu plastične folije (Huhnke i sur., 1997.). Debljina plastične folije od 100 μm je optimalna kod skladištenja bala do 3 mjeseca, 150 μm kod skladištenja do 7 mjeseci, a 200 μm kod skladištenja travne silaže do 12 mjeseci (Collins i sur., 1995.).

Ako dođe do oštećenja plastične folije, gubitci hranjivih tvari variraju ovisno o stupnju i trajanju oštećenja plastične folije. U prosjeku, gubitci hranjivih tvari kod siliranja biljnog materijala u bale ovijene plastičnom folijom su isti ili niži nego kod drugih tehnologija siliranja (Huhnke i sur., 1997).

Hranidba životinja travnom silažom siliranom u bale ovijene plastičnom folijom

Kod hranidbe baliranom travnom silažom je moguće izuzimati bale različite kvalitete ovisno o hranidbenim potrebama životinja. Nakon uklanjanja plastične folije i mreže, balu treba ili odmotati ili prerezati. S četvrtastim je balama lakše manipulirati nego s okruglim jer je unutrašnjost bale već podijeljena na sekcije, pa nije potrebna posebna oprema za razdvajanje bala. Nakon otvaranja bale, proces hranidbe je sličan kao kod drugih oblika siliranja.

ZAKLJUČCI

Tehnologija siliranja krme u bale ovijene plastičnom folijom je nadopuna tehnološkim procesima proizvodnje krme. Uvedena u poljoprivrednu praksu kao potreba konzerviranja krme koja nije potpuno suha (sijeno) da bi se očuvala što veća hranidbena vrijednost za hranidbu životinja. Primjenom ove tehnologije siliranja moguće je silirati manje količine krme bez izgradnje silosa koje se mogu ponuditi na tržištu.

LITERATURA

1. Borreani G., Tabacco E. (2006): The effect of a baler chopping system on fermentation and losses of wrapped big bales of alfalfa. *Agronomy Journal*, 98:1–7.
2. Borreani G., Tabacco E. (2008): New oxygen barrier stretch film enhances quality of alfalfa wrapped silage. *Agronomy Journal*, 100:942–948.
3. Borreani G., Tabacco E. (2010): Use of new plastic stretch films with enhanced oxygen impermeability to wrap baled alfalfa silage. *Trans. ASAE*, 53:635–641.
4. Coblenz W. K., Hoffman P.C. (2009): Effects of bale moisture and bale diameter on spontaneous heating, dry matter recovery, in vitro true digestibility, and in situ disappearance kinetics of alfalfaorchardgrass hays. *Journal of Dairy Science*, 92:2853–2874.
5. Coblenz W.K., Ogden R.K., Akins M.S., Chow, E.A. (2016): Storage characteristics, nutritive value, and fermentation characteristics of large, round bales of alfalfa-mixed grass forage wrapped with different layers of stretch film. *Professional Animal Science*, 32:805–815.
6. Collins M., Swetnam L.D., Turner G.M., Hancock J.N., Shearer S.A. (1995): Storage method effects on dry matter and quality losses of tall fescue round bales. *Journal of Production in Agriculture*, 8:507–514.
7. Elizondo-Salazar J.A. (2017): Biomass yield and nutritional quality of three forages harvested at two cutting height. *Agronomia Mesoamericana*, 28:329–340.
8. Garces-Yépez P., Cromwell R., Kunkle W.E., Bates D., Chambliss C. (2001): Effect of delayed wrapping on bermudagrass ensiled in round bales wrapped with plastic. *Beef Research Reports*. Department of Animal Science, University of Florida, Gainesville.
9. Garthe J.W., Hall M.H. (1992): Large round bale silage. *Agronomy Facts 9*. Penn State Cooperative Extension, University Park, PA.
10. Han K.J., Collins M., Newman M.C., Daugherty C.T. (2006): Effects of forage length and bale chamber pressure on pearl millet silage. *Crop Science*, 46:337–344.
11. Han K.J., Collins M., Vanzant E.S., Dougherty, C.T. (2004): Bale density and moisture effects on alfalfa round bale silage. *Crop Science*, 44:914–919.
12. Hersom, M., and W. E. Kunkle. (2014): Harvesting, storing, and feeding forages as round bale silage. Publication #AN145. University of Florida IFAS Extension, Gainesville, FL.

13. Huhnke R.L., Muck R.E., Payton M.E. (1997): Round bale silage storage losses of ryegrass and legume-grass forages. *Applied Engineering Agriculture*, 13:451–457.
14. Jones G.B., Alpuerto J.B., Tracy B.F., Fukao T. (2017): Physiological Effect of Cutting Height and High Temperature on Regrowth Vigor in Orchardgrass. *Frontiers in Plant Science* 8.
15. Keller T., Nonn H., Jeroch H. (1998): The effect of sealing and of additives on the fermentation characteristics and mould and yeast counts in stretch film wrapped big-bale lucerne silage. *Archives of Animal Nutrition*, 51:63–75.
16. Leibensperger R. Y., Pitt R.E. (1987): A model of clostridial dominance in ensilage. *Grass Forage Science*, 42:297–317.
17. Lundén J., Tolvanen R., Korkeala H. (2004): Human listeriosis outbreaks linked to dairy products in Europe. *Journal of Dairy Science*, 87 (E. Suppl.): E6–E11.
18. Muck R.E., Moser L.E., Pitt R.E. (2003): Postharvest factors affecting ensiling. Pages 251–304 in *Silage Science and Technology*. D. R. Buxton, R. E. Muck, and J. H. Harrison, ed. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America, Madison, WI.
19. Nakano H., Morita S., Kitagawa H., Takahashi M. (2009): Effects of Cutting Height and Trampling over Stubbles of the First Crop on Dry Matter Yield in Twice Harvesting of Forage Rice. *Plant Production Science*, 12, 124-127.
20. Rade S., Aleksandar V., Sasa B., Rade R., Dagoslav D., Dragan P.V. (2019): Influence of Harvesting on Quality of Alfalfa Forage used for Haylage and Hay. *Journal of Agricultural Sciences-Tarim Bilimleri Dergisi*, 25:384-390.
21. Rhein R.T., Coblenz W.K., Turner J.E., Rosenkrans C.F., Ogden R.K., Kellogg D.W. (2005): Aerobic stability of wheat and orchardgrass round-bale silages during winter. *Journal of Dairy Science*, 88:1815–1826.
22. Shinnars K.J. (2003): Engineering principles of silage harvesting management. Pages 361–404 in *Silage Science and Technology*. D. R. Buxton, R. E. Muck, and J. H. Harrison, ed. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America, Madison, WI.
23. Shinnars K.J., Huenink B.M., Muck R.E., Albrecht K.A. (2009): Storage characteristics of large round and square alfalfa bales: Low-moisture wrapped bales. *Trans. ASABE* 52:401–407
24. Vough L.R., Glick I. (1993): Round bale silage. Pages 117–123 in *Silage Production: From Seed to Animal*. Proc. Natl. Silage Production Conference, Syracuse, NY. 23–25 February 1993. Northeast Regional Agricultural Engineering Service, Ithaca, NY.

25. Vranić M., Bošnjak K., Čačić I. (2018): Zatvaranje horizontalnog silosa - postoji li alternativa plastičnoj foliji? *Krmiva*, 60, 2: 97-106.
26. Wiersma D., Bertam M., Wiederholt R., Schneider N. (2007): The Long and Short of Alfalfa Cutting Height. Former and current Agronomists. Marshfield Agriculture Research Station (MARS) former and current Clark County Crops and Soils Agents.

Author's address – Adresa autora

Marina Vranić, e-mail: mvranic@agr.hr
Krešimir Bošnjak, e-mail: kbosnjak@agr.hr

Received - Primljeno:

23.12.2020.

Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet,
Zavod za specijalnu proizvodnju bilja,
Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska

Hrvoje Kezele,
Martin Tadić,
Paula Jurčić
student/ica na Sveučilištu u Zagrebu Agronomskom fakultetu
Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska